Aus dem Psychologischen Institut der Universität Würzburg
Direktor: Karl Marbe
(bis 30. Juni 1935)

Analyse der Handgeschicklichkeit

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der

Hohen Philosophischen Fakultät der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

EUCHAR WEIGAND
aus Laudenbach bei Karlstadt

1936

Gauverlag Mainfranken GmbH Würzburg, Semmelstraße 46

Referent:

Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Karl Marbe

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

I. KAPITEL

Einleitung und Problemstellung

Bei der Verwendung von Eignungsprüfungen hat es sich für viele Berufe als notwendig erwiesen, zur Erfassung der Leistungsfähigkeit der Hand besondere Proben einzuführen. Neben Prüfungen von Einzelfunktionen der Hand (z. B. am Tastsinns- und Gelenkprüfer, am Tremometer u. a.) finden wir auch solche, die kompliziertere Betätigungen der Hand untersuchen, wie sie z. B. in der handwerklichen und industriellen Praxis verlangt werden. Zweifelsohne kommt einerseits der Psychotechnik das Verdienst zu, die Bedeutung der menschlichen Hand generell hervorgehoben zu haben, jedoch erschwerte sie anderseits durch die Verwendung von möglichst wirklichkeitsnahen Arbeitsproben die Lösung der im Begriff Handgeschicklichkeit enthaltenen Probleme.

Gelegentlich finden sich in psychotechnischen Arbeiten Bemerkungen und auch längere Ausführungen über Einzelprobleme sowie die Frage nach den Beziehungen der Handgeschicklichkeit zu anderen Funktionen. So wird der Hinweis gegeben, daß die Handgeschicklichkeit in engster Beziehung zur Sinnestüchtigkeit, zur Aufmerksamkeit, zu intellektuellen und zu charakterologischen Faktoren steht[1]).

In neueren Untersuchungen über die Handgeschicklichkeit vertreten namhafte Autoren die Ansicht, daß man von verschiedenen Handgeschicklichkeits*arten* sprechen müsse.

Moede zerlegt die Geschicklichkeitsleistungen in vier Arten, je nachdem für die Leistungen Körperbewegungen, Zielgreifen und -legen, Zuordnen und schließlich Formbilden von Bedeutung sind[2]). Diese Einteilung bezieht sich aber nur auf die handwerkliche und industrielle Tätigkeit, die Betätigungen des täglichen Lebens wurden bei dieser Gruppierung nicht berücksichtigt, außerdem ist der Begriff Handgeschicklichkeit hier ausgedehnt auf den Begriff Körpergeschicklichkeit überhaupt.

Beachtung verdient in diesem Zusammenhange die von *Gemelli*[3]) vorgenommene Klassifikation der verschiedenen Handgeschicklichkeitsarten. Er teilt ein in:

---

[1]) Vgl. z. B. W. Moede, Lehrbuch der Psychotechnik. Berlin 1930. S. 197 f. — W. Knoop, Material und Übungseinflüsse beim Drahtbiegen. Industrielle Psychotechnik. 6. Jahrgang. 1929. S. 57 ff.

[2]) W. Moede, a. a. O. S. 198 f.

[3]) A. Gemelli, Sur la nature de l'habileté manuelle. Contributi del laboratorio di psicologia. Serie quinta. 1931. S. 413 ff.

1. Handgeschicklichkeit bei den Tätigkeiten des täglichen Lebens,
2. Handgeschicklichkeit bei stereotypen Bewegungen, etwa im Sport und in der Gymnastik,
3. Handgeschicklichkeit bei den spezialisierten Handgriffen der Facharbeiterleistungen,
4. Handgeschicklichkeit bei den automatischen Bewegungen.

Ob man die schöpferische Geschicklichkeit bei dieser Einteilung berücksichtigen dürfe, bezweifelt Gemelli.

Wenn wir der Einteilung Gemellis auch besondere Beachtung schenken, so müssen wir doch kritisieren, daß sie nach zu allgemeinen Gesichtspunkten vorgenommen wurde, die keine neuen Aufschlüsse über das Wesen der Handgeschicklichkeit geben.

Auch Poppelreuter spricht eindeutig aus, daß man „vielartige Handgeschicklichkeiten" annehmen müsse, zwischen denen wahrscheinlich engere Beziehungen beständen[1]). Poppelreuter teilt keine Versuche mit, die in Richtung dieser Vermutung angestellt wurden.

Auch auf Grund exakter Prüfungen konnte festgestellt werden, daß der komplexe Begriff der Handgeschicklichkeit zerlegt werden muß. Bei den Untersuchungen von Schorn, bei denen Tests zugrunde liegen, die sich in der Praxis als tatsächliche Handgeschicklichkeitsleistungen bewährten, führte das verschieden geschickte Verhalten bei verschiedenen Proben zu der Feststellung, daß es drei Handgeschicklichkeitsarten gibt[2]). Es sind dies:

1. Handgeschicklichkeit im Sinne der schnellen, geschickten und harmonischen Zusammenarbeit der Hände und Finger,
2. Handgeschicklichkeit im Sinne von Handfertigkeit, wie sie etwa beim Nähen, Stopfen, Basteln, Kleben und anderen Tätigkeiten verlangt wird,
3. Handgeschicklichkeit im Sinne vorsichtigen und geduldigen Operierens bei manuellen Leistungen an schwieriger zu behandelndem Material.

Schorn will mit dieser Einteilung jedoch nicht behaupten, daß diese drei Arten der Handgeschicklichkeit stets völlig isoliert voneinander auftreten. Es ist nach den Untersuchungen vielmehr so, daß auch zwei oder drei dieser Handgeschicklichkeitsarten zugleich bei einem Menschen angetroffen werden können.

Für die Prüfung dieser drei Handgeschicklichkeitsarten stehen uns verschiedene Handgeschicklichkeitstests zur Verfügung, die im Würzburger

[1]) W. Poppelreuter, Psychologische Begutachtung der Erwerbsbeschränkten. Berlin und Wien 1928. S. 87 f.

[2]) M. Schorn, Untersuchungen über die Handgeschicklichkeit. Zeitschrift für Psychologie. Bd. 112. 1929. S. 325.

Psychologischen Institut seit einer Reihe von Jahren mit gutem Erfolg Verwendung finden. Es sind dies die folgenden Versuche:

1. ein Perlenaufreihversuch,
2. ein Schraubenumwicklungsversuch,
3. zwei Drahtbiegeproben,
4. ein Erbseneinfüllversuch[1]).

Das Problem des eigentlichen Wesens der Handgeschicklichkeit und ihrer Beziehung zu anderen psychischen Funktionen scheint uns durch die bisher erzielten Ergebnisse keineswegs eine befriedigende Lösung gefunden zu haben.

In der vorliegenden Arbeit soll daher versucht werden, durch genaue Zerlegung der oben aufgeführten Handgeschicklichkeitsleistungen in ihre Teilleistungen eine Klärung der beiden Fragen herbeizuführen.

Unsere Aufgabe wird es deshalb sein, zunächst diese Handgeschicklichkeitsleistungen einer genauen Analyse auf Grund systematischer Beobachtungen an einer größeren Anzahl von Versuchspersonen, die wir diese Handgeschicklichkeitsversuche ausführen ließen, zu unterziehen.

Bei dieser Analyse zeigte sich, daß die Handgeschicklichkeitsleistungen nicht lediglich eine Summe unabhängig nebeneinander gereihter Teilleistungen und Fähigkeiten sind. Es zeigte sich vielmehr, daß die durch die Analyse gefundenen Teilleistungen ein festes Gefüge bilden[2]).

Dieser Zusammenhang der einzelnen Teilleistungen mußte bei ihrer, im weiteren Verlauf der Untersuchungen vorgenommenen experimentellen Prüfung berücksichtigt werden, indem diese Prüfungen an möglichst gleichem oder doch ähnlichem Material, wie es beim Hauptversuch zur Verwendung kam, durchgeführt wurde.

Wir werfen ferner die Frage auf: Welche Bedeutung kommt den Teilleistungen hinsichtlich der jeweiligen Gesamthandgeschicklichkeitsleistung zu und welchen Einfluß vermögen die Teilleistungen auf die Gesamtleistung auszuüben? Diese Bedeutung der Teilleistungen für das Zustandekommen einer Handgeschicklichkeitsleistung suchten wir zahlenmäßig zu erfassen und gewannen dadurch die Möglichkeit einer Rangierung der Teilleistungen nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamttätigkeit.

---

[1]) K. Marbe, Die Eignung für die Chirurgie, Orthopädie und Zahnheilkunde. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 208. 1928. S. 307 ff. — Derselbe, Die Eignung zur Zahnheilkunde und ihre psychotechnische Prüfung. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift. 31. Jahrgang. 1928. S. 239. — sowie M. Schorn, a. a. O. S. 333 ff.

[2]) Vgl. hierzu die Darlegungen von F. Schlieper, Der Entwicklungsgang einer manuellen Geschicklichkeitsleistung. Zeitschrift für angewandte Psychologie. Bd. 32. 1929. S. 454.

II. KAPITEL

Die schnelle, geschickte und harmonische Zusammenarbeit der Hände und Finger

Für die von Schorn aus ihren Untersuchungen abgeleitete erste Art von Handgeschicklichkeit, die wir als Handgeschicklichkeit im Sinne der schnellen, geschickten und harmonischen Zusammenarbeit der Hände und Finger bezeichneten, verwendet das Würzburger Psychologische Institut den Perlenaufreihversuch und den Schraubenumwicklungsversuch.

A. Perlenaufreihversuch

Vorbemerkungen

Bei dieser Handgeschicklichkeitsleistung erhält die Versuchsperson den Auftrag, so schnell wie möglich einen Faden in eine Nähnadel einzufädeln und dann mit deren Hilfe 65 Glasperlen von verschiedener Größe und Farbe, die in einem flachen Blechkästchen liegen, so schnell wie möglich aufzureihen. Die Reihenfolge der aufzureihenden Perlen ist weder nach Größe noch nach Farbe vorgeschrieben. Die Leistung wird dabei durch die Anzahl der durchschnittlich in der Zeiteinheit aufgereihten Perlen bestimmt.

Bei dieser scheinbar einfachen Tätigkeit erkennt man bei näherem Zusehen, daß sie tatsächlich sehr komplexer Art ist. Neben den Bewegungsleistungen spielen die verschiedensten Faktoren, auch intellektuelle, eine Rolle. Dies finden wir auch schon in der Literatur angedeutet.

So weist die Schweizerin Descœdres bei einer Intelligenzprüfungsreihe für Kinder darauf hin, daß das Ergebnis eines solchen Versuches nicht allein die Handgeschicklichkeit einer Versuchsperson wiedergibt, sondern daß derjenige Prüfling die beste Leistung erzielt, der sofort die bestmögliche Art des Aufreihens erfaßt[1]).

Schriever hat anläßlich eines Übungsversuches mit einem Perlenaufreihtest eine Unterscheidung der Versuchspersonen je nach der Art ihres Vorgehens vorgenommen. Er teilt in folgende drei Gruppen ein:

1. Versuchspersonen, die „muskulär" reagieren, indem sie eine Perle nach der anderen herausgreifen und aufreihen,
2. Versuchspersonen, die „bedingt" arbeiten, d. h. beim Aufnehmen solche Perlen bevorzugen, die gerade günstig liegen,

[1]) A. Descœdres, Exploration de quelques tests d'intelligences chez des enfants anormaux et arriérés. Archives de Psychologie. Bd. XI. 1911. S. 360 f.

3. Versuchspersonen, die eine Anzahl Perlen in die flache Hand nehmen und durch Zurechtrollen die Perlen günstig lagern.

Versuche, die auf diese Einteilung hin vorgenommen wurden, bewiesen, daß die dritte Gruppe von Versuchspersonen am schnellsten arbeitet. Die praktische Intelligenz, in diesem Falle das Übersehen der besten und schnellsten Möglichkeit des Aufreihens, ist für die schnelle Ausführung dieser Aufgabe von Vorteil[1]).

Analyse des Versuches

1. Das Einfädeln

Zunächst bereitet das Aufheben der Nadel, die flach auf dem Tische liegt, vielen Versuchspersonen infolge mangelnden Tastsinns Schwierigkeiten. Das Einfädeln des Fadens in die Nadel verlangt bis zur Erreichung des Zieles Bewegungen der Hände in stets gleicher Richtung, wobei ebenfalls auffallende Fehlleistungen zutage treten. Personen, deren Sehtüchtigkeit mangelhaft, bzw. durch Gläser nicht korrigiert ist, sind in dieser Leistung wesentlich schlechter.

2. Der Aufreihakt

Beim Aufreihakt selbst fällt neben der oben erwähnten praktischen Intelligenz mangelnde Griffsicherheit beim Aufgreifen der Perlen als Ursache einer Leistungsverschlechterung auf. Die Verteilung der Aufmerksamkeit, die in der Beobachtung von Nadel, Faden und Perlen besteht, wird wesentlich beim Aufgreifen der Perlen durch den Tastsinn unterstützt. Da sich alle Bewegungen in einem ganz bestimmten Raum abspielen, ist Beherrschung der Bewegungen von Vorteil. Die Ruhe und Sicherheit der Hand sowie die Zielsicherheit (Auge—Hand) treten beim Einfädeln und beim Aufreihakt als fördernde Momente in Erscheinung. Eines der wichtigsten Elemente, die bei der Analyse zutage treten, dürfte die Impulsgebung sein, die darin besteht, so schnell wie möglich gleiche, immer wiederkehrende Bewegungen auszuführen. Die schnelle und sichere Koordination der Hände und Finger macht sich beim Fehlen als Verschlechterung der Leistung bemerkbar. Eine gewisse Umstellungsfähigkeit ist wegen der verschiedenen Größe und Farbe der Perlen notwendig.

---

[1]) H. Schriever, Untersuchung über den Einfluß der Wiederholung und Übung auf Tastleistungen. Archiv für die gesamte Psychologie. Bd. 49. 1924. S. 306 f.

Ausschaltung verschiedener Faktoren

Wir sehen bei dieser Analyse des Perlenaufreihversuches, daß diese Leistung mannigfaltige Zusammensetzung psychologischer Faktoren aufweist; darunter befinden sich auch Funktionen, die an und für sich nichts mit Handgeschicklichkeit zu tun haben. Wir gingen daher so vor, daß wir in einem neuen Perlenaufreihversuch die außerhalb des Handgeschicklichkeitsbereichs liegenden Teilkomponenten weitestgehend ausschieden, ohne dabei aber das Wesen des eigentlichen Versuches zu ändern, so daß wir auch diesen neuen Versuch als Handgeschicklichkeitsleistung ansprechen dürfen.

Das individuelle Vorgehen beim Aufreihen verhindern wir durch die Instruktion, „immer nur eine Perle mit der linken Hand aufzuheben". Damit ist in dem neuen Versuch die praktische Intelligenz, die im Übersehen der besten und schnellsten Art des Aufreihens besteht, ausgeschaltet. Die Sehtüchtigkeit scheiden wir weitestgehend aus, indem wir Nadel und Faden nicht mehr verwenden; dazu sind wir berechtigt, da das Nadeleinfädeln nicht allgemein als Handgeschicklichkeitsleistung angesehen werden kann. Daß wir Nadel und Faden als Material fallen lassen, wird auch durch weitere Ueberlegungen nahegelegt: Die Beobachtung weiblicher und männlicher Versuchspersonen hat nämlich gezeigt, daß im Perlenaufreihversuch nach unserer gebräuchlichen Versuchsanordnung die weiblichen Versuchspersonen durch den Gebrauch der Nadel beim Nähen großen Vorteil gegenüber den nicht geübten Versuchspersonen (Knaben) haben. An Stelle von Nadel und Faden tritt in unserem neuen Versuch ein dünner Blumendraht, dessen eines Ende durch eine Verlötung verstärkt ist. Die zur Ausführung des Aufreihens der Perlen notwendige Ruhe und Sicherheit der Hand verringern wir durch die Verwendung gleichmäßig großer Holzperlen ovaler Form von ziemlich starker Durchbohrung. Durch die gleiche Größe der Perlen ist auch keine Umstellungsfähigkeit mehr notwendig.

Neue Versuchsanordnung

An Material stehen 60 Holzperlen ovaler Form von gleicher Größe mit starken Durchbohrungen zur Verfügung. Ferner ein weicher dünner Blumendraht von 15 Zentimeter Länge, dessen eines Ende durch eine Verlötung verstärkt und dessen anderes Ende, um ein Abgleiten der Perlen zu vermeiden, mit einem Ring versehen ist.

Die Aufgabe besteht nun darin, diese Perlen gemäß der Instruktion so schnell wie möglich auf den Draht aufzureihen. Die Leistung wird an der für die Erledigung der Aufgabe benötigten Zeit gemessen. Die Instruktion lautet:

„Nimm eine Perle nach der anderen mit der linken Hand auf und stecke sie auf den Draht, den du in der rechten Hand hältst. Die Perlen brauchst du nicht an das Ende des Drahtes zu führen, sie rutschen leicht von selbst dahin. Alle Bewegungen sollst du dabei so schnell wie möglich ausführen da ich die Zeit, die du brauchst, messe."

Prüfung der Teilleistungen und der einzelnen Fähigkeiten

Die bei der Analyse des Perlenaufreihversuches aufgewiesenen Teilleistungen und einzelnen Fähigkeiten gelangten nun in einer neuen Versuchsreihe zur Prüfung, um ihren Einfluß auf die Gesamtleistung festzustellen.

1. Den ersten Versuch zur Prüfung der Teilleistungen, bei dem wir den Einfluß des Auges zu erfassen bestrebt sind, wollen wir kurz „Blindversuch" nennen. Es handelt sich in diesem Versuch im wesentlichen um nichts anderes als um den abgeänderten Perlenaufreihversuch, den wir im folgenden als Hauptversuch bezeichnen wollen. Material und Instruktion sind gleich geblieben, lediglich das Arbeitsfeld wird durch eine Vorrichtung aus Pappe, die die Bewegungsfreiheit unserer Versuchspersonen nicht beeinträchtigt und gleichzeitig eine Beobachtung der Hände durch den Versuchsleiter zuläßt, verdeckt. Der Instruktion des Hauptversuches wird der Satz hinzugefügt: „Unter den Pappkarton darfst du nicht sehen."

2. Zur Prüfung des Tastsinns, wie er speziell beim Perlenaufgreifen zum Gelingen der Leistung unterstützend beiträgt, verdecken wir ein Kästchen, in dem sich 30 Holz- und 30 Glasperlen befinden. Die Prüflinge sollen nun aus diesem Kästchen nur durch Betasten der Perlen die Glasperlen herauslesen. Die Instruktion lautet:

„Lies aus diesem verdeckten Kästchen, in dem sich Holz- und Glasperlen befinden, sämtliche Glasperlen heraus. Die Zeit, die du brauchst, messe ich."

Die für die Ausführung des Versuches gebrauchte Zeit ist das Maß der Leistung.

3. Im dritten Versuch, dessen Anordnung wir schematisch in Abbildung 1 wiedergeben, wollen wir die Zusammenarbeit der Hände und den Augenblick des Einsteckens der Perle in den Draht isoliert experimentell erfassen. Wir verwenden dazu ein längliches Holzklötzchen, in dem ein 4,5 Zentimeter langer Stift von der gleichen Stärke des Aufreihdrahtes eingesteckt ist. Dieses Klötzchen ist mit der linken Hand zu fassen. Ferner ist ein zweites Holzklötzchen, das an einer Schmalseite mit einem Perlenkopf von der gleichen Größe und dem gleichen Durchbohrungsdurchmesser wie die im Hauptversuch verwendeten Perlen versehen ist, in die linke Hand zu

nehmen. Die Aufgabe besteht nun darin, beide Klötzchen fünfzigmal fortlaufend ineinander zu stecken. Um die Bewegungen bei allen Versuchspersonen möglichst gleichmäßig zu gestalten, mußten sie die Bewegungen der beiden Hände bis zu zwei Begrenzungswänden ausführen, die mit den beiden Handrücken leicht berührt werden mußten. Die Begrenzungswände befinden sich in 40 Zentimeter Abstand voneinander. Folgende Instruktion wurde gegeben:

„Nimm das Klötzchen mit dem Drahtstift in die rechte Hand, das mit dem Perlenkopf in die linke. Stecke den Stift so schnell wie möglich in das andere Klötzchen, nimm die beiden Klötzchen wieder auseinander, berühre mit den beiden Handrücken die beiden Wände links und rechts und setze diese Tätigkeit so schnell wie möglich weiterhin fort (wird demonstriert). Deine Hände darfst du nicht auf den Tisch auflegen. Mache dies so lange, bis ich ‚Halt' sage."

Die Bewertung dieser Leistung erfolgt nach der für die 50 Bewegungen gebrauchten Zeit.

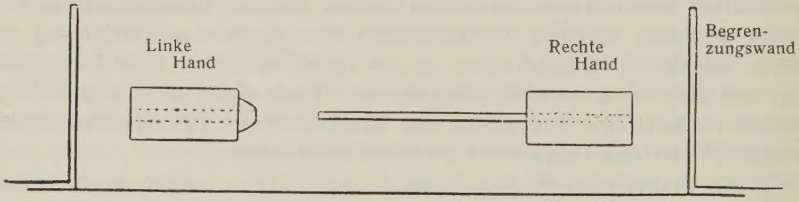

Abbildung 1

4. Die Ruhe und Sicherheit der Hand prüfen wir mittels des allgemein bekannten Tremometers nach M o e d e[1]). Wir verwenden jedoch nicht das ganze Brett, sondern nur von jeder Serie die erste Figur. Die Instruktion lautet:

„Du sollst diesen Metallstift bis zur ersten Kerbe in das erste Loch eintauchen und sodann den Stift wieder herausnehmen, ohne an die Wandung der Metallplatte anzustoßen."

Bei den Zickzacklinien und S-Schleifen fügten wir hinzu: „Du sollst jetzt diese Zickzacklinie (bzw. S-Schleife) durchfahren, ohne anzustoßen."

Die Apparatur ist so eingerichtet, daß jedesmal, wenn der Prüfling die Platte berührt, die Berührung durch Aufflammen einer elektrischen Glühbirne angezeigt wird.

[1]) W. Moede, Die psychotechnische Eignungsprüfung des industriellen Lehrlings. Praktische Psychologie. Bd. 1. 1919/20. S. 69 f.

5. Schließlich führen wir noch einen Impulsgebungsversuch durch, bei dem die Fähigkeit, so schnell wie möglich gleiche, immer wiederkehrende Bewegungen auszuführen, erfaßt werden soll. Die Aufgabe besteht darin, aus einem Kästchen, in dem sich 60 Holzperlen befinden, immer nur eine

Tabelle 1

Vpn.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Hauptversuch	Blindversuch	Tastsinn	Zusammenarbeit der Hände	Ruhe und Sicherheit der Hand	Impulsgebung	Mittlere Rangpl. II—VI	Mittlere Rangpl. III—VI
Br.	1	5,5	26	16	6	18	13	17
Pl.	2	4	19	2	2,5	12	2	6
Mü. I	3	1	6	20	25	4	9	10
Eck.	4	20	21	17,5	17	8,5	19	15,5
So.	5	9	11	3	1	8,5	1	1
Schä.	6	15	4	8,5	9	4	3	2
Her.	7	7	25	23	21,5	1,5	14,5	22
Mü. II	8	2	12	24,5	19,5	1,5	10	12
Schm.	9	23	8	17,5	30	13	22	19,5
Gö.	10	14	2	4	13,5	14	5	5
Ku.	11	21	5	1	19,5	6	8	3
Schw.	12	16,5	13	7	13,5	21	12	9
Schie.	13	5,5	7	8,5	17	11	7	7
Kr.	14	8	1	10	13,5	8,5	4	4
Fa.	15	11	20	5,5	26	17	16	19,5
Mü.III	16	12	24	22	4	19	17	21
Ma.	17	29	29	5,5	23,5	23	26	25
Be.	18	10	9	27,5	9	27,5	18	23
Schmi.	19	16,5	23	21	9	8,5	14 5	14
Ju.	20	19	16	30	27	4	23	24
Kn.	21	3	3	12,5	13,5	16	6	8
Ka.	22	13	10	26	6	15	11	11
Dö.	23	27	14	27,5	2,5	20	21	15,5
Gr.	24	30	18	12.5	11	26	24	18
Hu.	25	28	22	24,5	28,5	27,5	30	30
Le.	26	25	15	29	23,5	30	29	28
Str.	27	18	30	11	17	29	25	26
Kr.	28	24	17	15	6	23	20	13
Wo.	29	26	27	14	21,5	25	27	27
He.	30	22	28	19	28,5	23	28	29

Perle herauszunehmen und diese in ein daneben stehendes Kästchen zu werfen. Diese Aufgabe muß so schnell wie möglich ihre Erledigung finden. Der Versuch wird einmal mit der linken und einmal mit der rechten Hand ausgeführt. Das Mittel aus den gebrauchten Zeiten der beiden Ausführungsarten stellt die Leistung dar. Die Instruktion lautet:

„Greife so schnell wie möglich immer nur eine Perle mit der linken (rechten) Hand auf und wirf sie in das danebenstehende Kästchen. Du mußt dir dabei aber immer wieder sagen: Das soll ich so schnell wie möglich machen."

Diese Versuchsreihe führten wir an 30 Knaben einer Würzburger 8. Volksschulklasse durch. Das Alter der Knaben betrug 13 bis 14 Jahre. In Tabelle 1 sind in der ersten Kolumne die abgekürzten Namen unserer 30 Versuchspersonen verzeichnet. Die zweite Kolumne gibt die Rangreihe des Hauptversuches, die übrigen die Rangplätze der Leistungen in unseren oben aufgeführten Versuchen zur Prüfung der Teilleistungen wieder. In der siebten Kolumne sind die mittleren Rangplätze unserer Versuchspersonen aufgeführt, die wir aus den Rangplätzen der Teilleistungsversuche gebildet haben. Die achte Kolumne gibt ebenfalls die mittleren Rangplätze der Teilkomponenten wieder, nur wurden bei diesen Rangplätzen die Leistungen des „Blindversuches" nicht mit berücksichtigt.

Für die Lösung unserer Probleme stand uns die Korrelationsrechnung zur Verfügung. Wir berechnen nach der Spearmanschen Formel[1]) $\rho = 1 - \frac{6 \cdot \Sigma d^2}{n(n^2-1)}$ die Korrelationskoeffizienten zwischen der Rangreihe des Hauptversuches und den einzelnen Rangplatzreihen der Teilleistungen, ferner den Koeffizienten zwischen dem Hauptversuch und der mittleren Rangreihe aus allen Teilleistungen.

In Tabelle 2 geben wir die Ergebnisse wieder, die wir errechneten.

Tabelle 2

Korrelation zwischen	Blind-versuch	Tastsinn	Zusamm.-arbeit d. Hände	Ruhe und Sicherheit d. Hände	Impuls-gebung	Mittlere Leistung
Hauptvers. Perlen-aufreihen	$\rho = +0{,}62$	$\rho = +0{,}31$	$\rho = +0{,}34$	$\rho = +0{,}18$	$\rho = +0{,}69$	$\rho = +0{,}69$

[1]) W. Betz, Über Korrelationen. Zeitschrift für angewandte Psychologie. Beiheft 3. 1911. S. 24.

Aus diesen Werten lassen sich im einzelnen folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Leistung des Hauptversuches (Perlenaufreihen) steht mit der mittleren Leistung aus allen Teilkomponenten in guter Korrelation ($\rho = + 0{,}69$). Dies legt uns die Annahme nahe, daß für das Zustandekommen der guten Handgeschicklichkeitsleistung des Perlenaufreihens das ziel- und zweckgerichtete Zusammenwirken aller Teilleistungen und Fähigkeiten erforderlich ist.

2. Der Hauptversuch und die Leistung im Impulsgebungsversuch, durch den wir die Fähigkeit, gleiche, immer wiederkehrende Bewegungen auszuführen, feststellten, scheinen deshalb in guter Korrelation zu stehen, weil diese Komponente, wie schon die Analyse vermuten ließ, hervorragenden Anteil an dem Gelingen der guten Leistung hat ($\rho = + 0{,}69$).

3. Zwischen dem Hauptversuch und dem „Blindversuch" konnten wir eine gute Korrelation errechnen ($\rho = + 0{,}62$). Aus der Höhe dieses Korrelationskoeffizienten müssen wir schließen, daß die Rolle des Auges für die Leistung im Perlenaufreihen nicht unbedingt notwendig ist; aber aus dem Vergleich der Zeiten, die wir für den Haupt- und Blindversuch gemessen haben, ergibt sich, daß das Auge doch eine schnellere Ausführung begünstigt.

4. In weniger guter Korrelation stehen der Hauptversuch und der Versuch zur Prüfung der Zusammenarbeit der Hände ($\rho = + 0{,}34$).

5. Da die Korrelation zwischen dem Hauptversuch und der Leistung am Tremometer sehr gering ist ($\rho = + 0{,}18$), ist anzunehmen, daß diese Fähigkeit (Ruhe und Sicherheit der Hand) nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Rangierung der Teilleistungen nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamtleistung

Bei unseren früheren Überlegungen wiesen wir darauf hin, daß wir infolge der komplexen Zusammensetzung unserer Handgeschicklichkeitsleistungen die Prüfung der Teilleistungen und Fähigkeiten im Rahmen des jeweiligen Hauptversuches und meist mit dem gleichen Material durchführten. Dieser Umstand berechtigt uns, aus der Güte des Korrelationskoeffizienten Schlüsse hinsichtlich der Wichtigkeit der Teilleistungen für die Gesamtleistung zu ziehen.

Für die Ausführung der Handgeschicklichkeitsleistung des Perlenaufreihversuches sind die Teilleistungen und Fähigkeiten in nachstehender Reihenfolge von Wichtigkeit, die sich aus der Höhe der Korrelationskoeffizienten ergibt:

1. Die Impulsgebung, d. h. die Fähigkeit, immer so schnell wie möglich einfache, immer wiederkehrende gleiche Bewegungen auszuführen,

2. die schnelle, geschickte und harmonische Zusammenarbeit der Hände und Finger,
3. der Tastsinn,
4. die Ruhe und Sicherheit der Hand.

Die beträchtlich höheren Zeiten im „Blindversuch" im Vergleich zu denen des Hauptversuches zeigen fernerhin, daß die Mitarbeit des Auges das Arbeitstempo beschleunigt.

Kurz zusammenfassend können wir hervorheben, daß das ziel- und zweckgerichtete Zusammenspiel aller erforderlichen Einzelkomponenten die gute Handgeschicklichkeitsleistung im Perlenaufreihversuch ausmacht. Der Einfluß und die Bedeutung der einzelnen Teilleistungen sind dabei verschieden hoch. Auffallend ist die Erscheinung, daß die Korrelation zwischen dem Hauptversuch und der Leistung der Impulsgebung, die an und für sich nichts mit Handgeschicklichkeit zu tun hat, sehr gut ist, daß dagegen von den mehr oder weniger manuellen Funktionen einzelne mit dem Hauptversuch in geringerer Korrelation stehen.

B. Der Schraubenumwicklungsversuch

Der Schraubenumwicklungsversuch ist eine Abänderung eines Tests in der Eignungsprüfung für Schneiderinnen, die im Institut für Industrielle Psychotechnik in Charlottenburg Verwendung findet[1]). Im Würzburger Psychologischen Institut wird dieser abgeänderte Versuch zur Prüfung der Handgeschicklichkeit im Sinne der schnellen, geschickten und harmonischen Zusammenarbeit der Hände und Finger mit gutem Erfolg benutzt.

Die Versuchsanordnung gestaltet sich folgendermaßen: Auf einem Brett von der Größe 34×21 cm sind 32 kleine Schrauben in unregelmäßiger Reihenfolge eingedreht. Die Schraubenköpfe ragen 0,5 cm aus dem Brett heraus. An der äußersten Schraube links oben ist eine dünne Schnur befestigt, die von den Versuchspersonen mit der rechten Hand um jede Schraube einmal rechts herum zu wickeln ist. Die linke Hand hält dabei das Brett. Eine Reihenfolge der zu umwickelnden Schrauben ist nicht vorgeschrieben. Die Bewertung erfolgt nach der für die Erledigung der Aufgabe benötigten Zeit. Die Instruktion heißt:

„Du sollst so schnell wie möglich diese Schrauben mit dieser Schnur umwickeln. Die Schnur darf an die Schrauben nicht nur angelehnt werden, sondern jede Schraube mußt du einmal nach rechts herum umwickeln (wird demonstriert). Auch darf sich die Schnur nicht kreuzen (wird demonstriert).

[1]) M. Cauer, Berufspsychologische und psychotechnische Studie zur Eignungsprüfung der Schneiderinnen. Industrielle Psychotechnik. 1. Jahrgang. 1924. S. 77ff.

Zum Umwickeln darfst du nur eine Hand benützen. Mit der linken Hand hältst du das Brett. Eine Reihenfolge der Schrauben beim Umwickeln ist nicht vorgeschrieben."

Analyse des Versuches

Bei der Ausführung dieses Versuches sind eine Reihe von Umwicklungswegen möglich, die je nach ihrer mehr oder weniger komplizierten Art verschiedene Zeiten in Anspruch nehmen. Da die Leistung nach der Zeit gemessen wird, muß der Prüfling den schnellsten Umwicklungsweg finden, d. h. beim Umwickeln der Schraubenköpfe diejenige Reihenfolge wählen, die die schnellste Ausführung des Versuches gestattet. Nicht von allen Versuchspersonen wird der schnellste Weg gefunden. Es entsteht dadurch eine Leistungsverschlechterung, die nicht auf Ungeschicklichkeit der Hand zurückgeführt werden kann. Um den Versuch für alle Versuchspersonen einheitlich zu gestalten, hat sich eine Abänderung des oben beschriebenen Versuches als notwendig erwiesen.

Neue Versuchsanordnung

Die neue Versuchsanordnung gestaltet sich folgendermaßen: Statt Schrauben sind Metallstifte mit glatten Köpfen auf dem Brett in unregelmäßiger Reihenfolge eingedreht, ferner ist der zu umwickelnde Weg durch ein aufgezeichnetes Schema genau festgelegt. Die Instruktion lautet:

„Nimm das Brett in die linke Hand und wickle mit der rechten Hand die Schnur um jeden Metallkopf einmal rechts herum (wird demonstriert). Die Köpfe sollst du in der aufgezeichneten Reihenfolge umwickeln. Mache dies so schnell wie möglich. Die Zeit, die du brauchst, wird gemessen."

Bei der Beobachtung der Versuchspersonen während der Ausführung dieser Tätigkeit fällt als wichtige Teilleistung die Impulsgebung auf, d. h. die Fähigkeit, immer in der gleichen Weise wiederkehrende zielgerichtete Bewegungen, hier speziell kleine Drehbewegungen im Handgelenk, so schnell wie möglich auszuführen. Ungeschickte Versuchspersonen verlieren häufig den Faden, der mittels Daumen und Zeigefinger um die Metallköpfe herumgeführt werden muß. (Fadenführung.)

Prüfung der Teilleistungen und der einzelnen Fähigkeiten

Bei der Analyse treten deutlich zwei Teilleistungen in Erscheinung:

1. Die Impulsgebung, d. h. die Fähigkeit, immer wiederkehrende kleine Drehbewegungen im Handgelenk möglichst schnell auszuführen,

2. die Fähigkeit, den Faden zwischen Daumen und Zeigefinger zu führen, ohne dabei den Faden zu verlieren.

Um die Teilleistungen, die für das Zustandekommen der Handgeschicklichkeitsleistung des Schraubenumwickelns notwendig sind, experimentell zu erfassen, führten wir an 27 Schülern einer Würzburger 8. Volksschulklasse die nachfolgende Versuchsreihe durch:

1. Als Hauptversuch verwenden wir den abgeänderten Schraubenumwicklungsversuch, so wie wir ihn auf Seite 15 beschrieben haben.

2. Zur Prüfung der Fähigkeit, immer möglichst schnell kleine Drehbewegungen im Handgelenk auszuführen, benutzten wir einen Tourenzähler, dessen kleine Achse mit einer Kurbel versehen ist. Die Aufgabe besteht darin, die Kurbel 30 Sekunden lang so schnell wie möglich in Bewegung zu setzen. Die Instruktion lautet:

„Fasse die Kurbel mit Daumen, Zeige- und Mittelfinger und drehe im Uhrzeigersinn solange, bis ich ‚Halt' sage. Du sollst dir beim Drehen aber immer sagen: Das soll ich so schnell wie möglich machen."

Die Bewertung erfolgt nach der Anzahl der Umdrehungen.

3. Die Fähigkeit den Faden zu führen, ohne ihn dabei zu verlieren, stellen wir mittels eines Brettchens fest, auf dem parallel zueinander kleine Häkchen befestigt sind. Die Versuchsperson muß nach einem vorgezeichneten Schema die Schnur so schnell wie möglich in die Häkchen einhängen. Die Instruktion lautet:

„Nimm das Brettchen in die linke Hand und hänge die Schnur mit der rechten Hand in jedes Häkchen so schnell wie möglich ein. Die Reihenfolge siehst du hier aufgezeichnet. Die Zeit, die du brauchst, messe ich."

Die Rangreihen und Rangplätze, die unsere Prüflinge bei diesen Versuchen erzielten, sind in Tabelle 3 aufgeführt. Kolumne IV gibt die mittleren Rangplätze aus den beiden Teilleistungen wieder.

Auch hier beschäftigen uns die Fragen: In welchen Beziehungen stehen Teilleistungen und die Handgeschicklichkeitsleistung des Schraubenumwicklungsversuches? Welchen Einfluß üben die einzelnen Teilleistungen auf die Gesamtleistung aus?

Wir bringen zunächst die Berechnung der Korrelationskoeffizienten in Tabelle 4.

Nach dieser Tabelle können wir folgendes sagen:

1. Auffallend ist auch hier, daß die Korrelation zwischen dem Hauptversuch und der Fähigkeit, kleine Bewegungen so schnell wie möglich auszuführen, als die beste zwischen dem Hauptversuch und den Teilleistungen in Erscheinung tritt ($\rho = + 0{,}50$).

Tabelle 3

Vpn.	I Hauptversuch	II Impulsgebung	III Fadenführung	IV Mittlere Rangplätze aus II u. III
Br.	1	9	1	2
So.	2	15,5	17,5	19,5
Kü.	3	6,5	20	13
Dö.	4	21	10	17,5
Eck.	5	8	14	9
Str.	6	11	8,5	6
Schw.	7	4	22	12
Pl.	8,5	1	16	4,5
Ka.	8,5	2	6,5	1
Mü. I	10	22	8,5	16
Bee.	11	17,5	3	7
Mü. II	12,5	14	2	3
Mü. III	12,5	23	26	26
Gr.	14	5	12	4,5
Kr.	15	17,5	5	10
Krä.	16	3	25	15
Fa.	17	12	19	17,5
Wo.	18	10	11	8
Schä.	19	6,5	27	21,5
Ma.	20	19	23	24
Schm.	21	13	14	14
Schi.	22	20	4	11
Lee.	23	25,5	21	25
Kn.	24	15,5	17,5	19,5
He.	25	27	6,5	21,5
Her	26	25,5	24	27
Hu.	27	24	14	23

Tabelle 4

Korrelation zwischen	Impulsgebung	Fadenführung	Mittlere Leistung
Hauptversuch (Schraubenumwicklungs-Versuch)	$\rho = +0{,}50$	$\rho = +0{,}23$	$\rho = +0{,}55$

2. Zwischen der Prüfung der Fadenführung und der Gesamtleistung konnten wir eine noch brauchbare Korrelation errechnen ($\rho = + 0{,}23$).

3. Die Leistung des Hauptversuches steht mit der mittleren Leistung aus den beiden Teilkomponenten in guter Korrelation. Dies legt uns die Annahme nahe, daß für das Zustandekommen der guten Geschicklichkeitsleistung beim Schraubenumwicklungsversuch das ziel- und zweckgerichtete Zusammenwirken der Teilleistungen und Fähigkeiten erforderlich ist.

An dieser Stelle ist es notwendig darauf hinzuweisen, daß die von Schorn[1]) in ihren Untersuchungen festgestellte gute Korrelation zwischen der Fähigkeit, Perlen möglichst schnell aufzureihen, und der Fähigkeit, so schnell wie möglich Schrauben zu umwickeln, auf der Tatsache fußt, daß sowohl beim Perlenaufreihversuch als auch beim Schraubenumwicklungsversuch die Teilleistung der Impulsgebung, die in der Fähigkeit besteht, möglichst schnell immer wiederkehrende, gleiche Bewegungen auszuführen, als gemeinsamer Faktor auftritt.

Wenn wir am Schlusse dieses Kapitels unsere bisherigen Ergebnisse kurz zusammenfassen wollen, so müssen wir feststellen, daß bei den beiden untersuchten Handgeschicklichkeitsleistungen die gute Ausführung derselben wesentlich vom ziel- und zweckmäßigen Zusammenspiel aller notwendigen Teilleistungen und Fähigkeiten abhängig ist. Der Einfluß der einzelnen Teilkomponenten ist verschieden hoch. Die Wichtigkeit dieser Teilleistungen für die Gesamtleistung konnten wir aus den errechneten Korrelationskoeffizienten ableiten, wobei auffallend ist, daß an erster Stelle die Fähigkeit der Impulsgebung steht, d. h. die Fähigkeit, so schnell wie möglich immer wieder die gleichen Bewegungen auszuführen.

[1]) M. Schorn, a. a. O. S. 347 f.

III. KAPITEL

Die Handfertigkeit

Für die Prüfung der zweiten Art von Handgeschicklichkeit (nach der Einteilung von Schorn), die als Handgeschicklichkeit im Sinne von Handfertigkeit — das ist die Fähigkeit mit den Händen ein Material zu gestalten bzw. nach Vorlage nachzubilden — bezeichnet wurde, verwendet das Würzburger Psychologische Institut unter anderem die in der industriellen Psychotechnik vielfach benutzten Drahtbiegeproben.

Die Drahtbiegeprobe

Bei den Drahtbiegeproben wurden die Muster verwandt, die wir in den Abbildungen 2 und 3 wiedergeben. Die Muster sind mittels eines leicht biegbaren, dünnen Eisendrahtes genau in Größe und Form nachzubiegen. Zur Bearbeitung des Drahtes stehen den Prüflingen drei Zangen: eine Flach-, eine Rund- und eine Kneifzange zur Verfügung. Auflegen und Abmessen des zu biegenden Drahtes ist nicht gestattet. Die Versuchsperson muß Größen und Winkel schätzen.

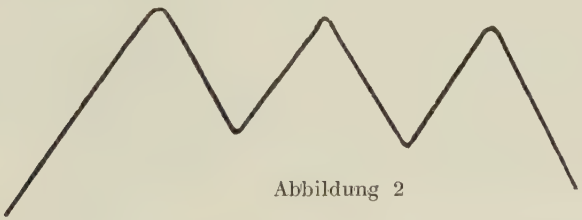

Abbildung 2

Abbildung 3

Analyse der Drahtbiegeprobe

Die Handgeschicklichkeitsleistungen beim Drahtbiegen unterziehen wir im folgenden einer genauen Analyse, um uns Klarheit darüber zu verschaffen, welche Teilleistungen und Fähigkeiten für die Erledigung dieser Aufgaben erforderlich sind.

Keine von unseren Handgeschicklichkeitsleistungen weist eine solche komplexe Struktur auf wie gerade die Drahtbiegeprobe. Schon eine oberflächliche Beobachtung unserer Prüflinge bei der Arbeit läßt erkennen, daß hier zunächst eine Anzahl von Teilleistungen und Fähigkeiten die Gesamtleistung beeinflussen, die völlig außerhalb des Handgeschicklichkeitsbereichs liegen. Die Verwendung der drei beigegebenen, verschiedenen Zangen macht manchen Versuchspersonen Schwierigkeiten. Die Erkenntnis der Funktionen der Zangen wird durch technische Intelligenz sowie durch die Gewöhnung im Hantieren mit Werkzeug gefördert. Da beim Nachbilden ein Abmessen der Strecken und Winkel nicht gestattet ist, kommt der Fähigkeit, Verhältnisse und Winkel richtig zu schätzen, eine gewisse Rolle zu. Außerdem ist Beobachtungsgabe für die Gesamtform sowie für die Einzelteile notwendig, ferner die Fähigkeit, Vorlage und nachgebildete Figur ständig miteinander zu vergleichen; diese Fähigkeit verlangt vor allen Dingen scharfe Aufmerksamkeit. Neben diesen Faktoren mehr intellektueller Natur treten bei der Drahtbiegeprobe auch Komponenten auf, die rein manuelle Leistungen darstellen. Das Gestalten der Rundungen und Biegungen verlangt von den Versuchspersonen Gewandtheit der Finger und Hände in Verbindung mit geschickter und zweckmäßiger Zusammenarbeit beider Hände. Nicht unerwähnt wollen wir noch folgende Faktoren lassen: die Kraft der Hände und das Feingelenkgefühl sowie das Gedächtnis für ausgeübten Druck mittels der Hände; schließlich sei auch die Bekanntheit bzw. Nichtbekanntheit der nachzuformenden Vorlage erwähnt. Die angestellten Versuche werden uns Aufschluß erteilen, welchen Einfluß diese Faktoren auf die Gesamtleistung auszuüben imstande sind.

Prüfung der Teilleistungen und der einzelnen Fähigkeiten

Um die durch die Analyse gewonnenen Teilleistungen und Fähigkeiten experimentell zu erfassen, führten wir die im folgenden beschriebene Versuchsreihe an 17 Knaben einer unterfränkischen Landvolksschule durch. Das Alter der Knaben betrug durchschnittlich 12 bis 13 Jahre.

1. In den beiden Hauptversuchen erhalten die Prüflinge die Aufgabe, die Muster der Abbildungen 2 und 3 mittels eines 30 cm langen Eisendrahtes genau in Größe und Form nachzubilden. Drei Zangen, wie schon oben ausgeführt, werden beigegeben. Die Instruktion lautet in beiden Fällen:

„Du sollst mit diesem Draht die vor dir liegende Vorlage aus Draht genau in Größe und Form nachbiegen. Ein Auflegen des Drahtes auf die

Bewertung der Drahtbiegeproben

Abbildung 2

Einzelkomponenten, die bewertet werden	Anzahl der möglichen Punkte
Gesamtgröße	2, 1
Symmetrie	2, 1
5 Rundungen	5, 4, 3, 2, 1
Ebene Lage	2, 1
Materialbehandlung	2, 1
Größe der drei Zacken	3, 2, 1
Länge der Enden	2, 1
Summe der möglichen Punkte	18

Abbildung 3

Einzelkomponenten, die bewertet werden	Anzahl der möglichen Punkte
Gesamtgröße	2, 1
Symmetrie	2, 1
Größe des Ringes	3, 2, 1
Größe des Hakens	2, 1
Geschlossener Ring	1
Rundung	4, 3, 2, 1
Richtung	1
Ebene Lage	2, 1
Materialbehandlung	2, 1
Rechter Winkel	1
Summe der möglichen Punkte	20

Vorlage ist nicht gestattet. Diese drei Zangen stehen dir zur Verfügung. Die Zeit, die du brauchst, wird gemessen."

Die Bewertung beider Versuche erfolgt zunächst nach der Zeit, ferner aber auch nach einem Verfahren, das im Würzburger Psychologischen Institut ausgearbeitet wurde[1]). Diese qualitative Auswertung der Drahtbiege-

[1]) M. Schorn, a. a. O. S. 336 ff. — Vgl. auch dazu L. Sell, Abhängigkeit der psychotechnischen Eignung vom Lebensalter. Psychotechnische Zeitschrift, 4. Jahrgang, 1929. S. 8 f.

proben erfolgt nach Punkten und bildet die Grundlage für die Rangierung unserer Versuchspersonen.

2. Bei den beiden folgenden Versuchen benutzten wir erleichterte und vereinfachte Muster, die wir in den Abbildungen 4 und 5 wiedergeben. Da wir mittels dieser Versuche den Einfluß der Verwendung bzw. Nichtverwendung von Werkzeug festzustellen suchten, durften die Prüflinge jetzt keine Zangen verwenden. Gleichzeitig beabsichtigten wir die Bedeutung des

Abbildung 4

Abbildung 5

Neben der zeitlichen Bewertung erfolgte auch hier eine qualitative Auswertung der beiden Versuche analog dem oben beschriebenen Verfahren.

Bewertung der Drahtbiegeproben

Abbildung 4

Einzelkomponenten, die bewertet werden	Anzahl der möglichen Punkte
Gesamtgröße (Länge der Figur)	2, 1
Symmetrie	2, 1
3 Winkelgrößen	3, 2, 1
Materialbehandlung	2, 1
Höhe der Figur	2, 1
Länge der 4 Strecken	4, 3, 2, 1
Ebene Lage	2, 1
Summe der möglichen Punkte	17

Abbildung 5

Einzelkomponenten, die bewertet werden	Anzahl der möglichen Punkte
Gesamtgröße	2, 1
Symmetrie	2, 1
Höhe der Figur	2, 1
4 Winkelgrößen	4, 3, 2, 1
Ebene Lage	2, 1
Materialbehandlung	2, 1
Länge der Strecken	5, 4, 3, 2, 1
Summe der möglichen Punkte	19

Augenmaßes für die Gesamtleistung zu erfassen. Die Aufgabe bestand daher darin, die Vorlage mittels eines 15 cm langen Drahtes nachzubilden, wobei ein Abmessen der Größenverhältnisse durch Auflegen des zu bearbeitenden Drahtes auf die Vorlage erfolgte; das Formen des Drahtes auf der Vorlage war nicht gestattet.

Die Instruktion ist in beiden Versuchen gleich. Sie lautet:

„Du sollst mit diesem Draht die vor dir liegende Vorlage genau in Größe und Form nachbiegen. Die Strecken und Winkel darfst du durch Auflegen des Drahtes auf die Vorlage abmessen. Auf der Vorlage zu biegen ist nicht gestattet. Was an Draht übrig bleibt, schneidest du mit dieser Zange ab."

3. Um die zweckmäßige Zusammenarbeit der Hände experimentell festzustellen, ließen wir von unseren Versuchspersonen 3,5 cm lange Drahtstückchen eine Minute lang fortlaufend zu Winkeln umbiegen. Dabei mußte darauf gesehen werden, daß die Winkel auch tatsächlich richtig gebogen wurden. Die Instruktion lautete:

„Du sollst die vor dir liegenden Drahtstückchen zu Winkeln umbiegen (wird demonstriert). Es kommt darauf an, daß du die Winkel richtig biegst."

Die Bewertung dieser Leistung erfolgt nach der in einer Minute gebogenen Winkelanzahl.

4. Zur Prüfung des Augenmaßes, das bei der Drahtbiegeprobe in der Fähigkeit Winkel und Strecken richtig abzuschätzen besteht, verfertigten wir uns vier Serien Winkel und fünf Serien Strecken aus Draht. Jede Serie bestand aus vier Stücken; zwei dieser Stücke waren jeweils einander gleich, eines größer und eines kleiner. Die Aufgabe bestand darin, die Winkel und

Strecken nach der Größe zu ordnen. Nachdem an einer Serie von Ringen der Versuch demonstriert worden war, gaben wir folgende Instruktion:

„Hier liegen vier Winkel vor dir, davon ist einer größer, zwei sind gleich und einer ist kleiner als die beiden gleichen. Sage mir, welches ist der größte, welche sind gleich und welches ist der kleinste Winkel?"

(Die Instruktion wurde analog für das Ordnen der Strecken gegeben.) Die Bewertung erfolgte nach den richtigen Angaben.

5. In dem folgenden Versuch prüften wir in Anlehnung an Versuch 3 nochmals die Zusammenarbeit der Hände an einem anderen Material, um Aufschluß über den Einfluß des Materials zu erhalten. Diesmal suchten wir diese Teilkomponente festzustellen, indem wir einen Papierstreifen von 2,5 cm Breite fortlaufend falten ließen. Das Augenmerk der Versuchspersonen wurde durch die Instruktion auf das richtige Falten gelenkt und ihnen klar gemacht, daß es nicht auf die Schnelligkeit ankomme. Die Instruktion lautete:

„Du hast einen Papierstreifen in der Hand, diesen sollst du jetzt fortlaufend falten (wird demonstriert). Es kommt darauf an, daß du richtig und sorgfältig faltest."

Das Falten wird eine Minute lang ausgeführt. Die Anzahl der Falten sind das Maß der Leistung.

6. Die Kraft der Hand stellten wir mit Hilfe des bekannten Dynamometers fest. Das Mittel aus 10 Werten der rechten und 10 Werten der linken Hand bildete die Grundlage zur Rangierung unserer Versuchspersonen.

7. Feingelenkgefühl und Gedächtnis für ausgeübten Druck mittels der Hände suchten wir an einer einfachen Briefwaage festzustellen. Der Vorgang des Versuches war folgendermaßen: Wir ließen unsere Versuchspersonen durch Druck auf den Teller der Waage den Zeiger auf einen bestimmten Skalenstrich einstellen. Sodann sollte jeder Prüfling zehnmal hintereinander die gleiche Einstellung wieder finden, ohne dabei hinzusehen. Die Instruktion lautete:

„Drücke mit der rechten Hand auf den Teller der Waage bis ich ‚Halt' sage. Merke dir diese Stelle genau und sieh jetzt weg. Versuche nun zehnmal hintereinander die gleiche Stelle wieder zu finden."

Als Bewertung gilt die mittlere Abweichung von der ursprünglichen Einstellung.

8. In Anlehnung an Versuch 4, bei dem es sich darum handelte, Strecken und Winkel zu vergleichen und zu ordnen, ließen wir in diesem Versuch vorgezeichnete Winkel und Strecken von unseren Prüflingen nachzeichnen. Die Instruktion hieß:

„Zeichne die vor dir liegenden Winkel und Strecken genau so ab, wie du sie siehst."

Die Leistung bemessen wir für das Winkelzeichnen nach dem Mittel der Abweichungen in Graden. Den Abweichungen entsprechend gestaltet sich die Rangierung unserer Versuchspersonen. Beim Streckenabzeichnen rangieren wir nach der mittleren Abweichung in Zentimetern.

9. Bei der Analyse der Drahtbiegeprobe erhob sich, wie oben schon angedeutet, die Frage, ob die Bekanntheit bzw. Nichtbekanntheit der Vorlage auf die Güte der Leistung einen Einfluß auszuüben imstande ist oder nicht. Um diese Frage zu klären, stellten wir unseren Versuchspersonen die Aufgabe, aus dem Gedächtnis eine „schöne Acht" zu biegen. Dazu stand ein 7 cm langer Draht zur Verfügung, der nach Möglichkeit ganz verwendet werden sollte. Die Instruktion lautete:

„Du sollst aus diesem Draht eine schöne Acht biegen, und zwar so, wie du sie schreibst. Den Draht verwendest du nach Möglichkeit ganz."

Die Bewertung erfolgt analog dem Verfahren bei den Drahtbiegeproben nach Punkten. Auch diese Bewertung geben wir der Vollständigkeit halber hier wieder.

Bewertung der „Acht"

Einzelkomponenten, die bewertet werden	Anzahl der möglichen Punkte
Ganzer Draht	2, 1
Größe der beiden Rundungen	4, 3, 2, 1
Symmetrie	4, 3, 2, 1
Ebene Lage	2, 1
Geschlossene Figur	2, 1
Obere Rundung	4, 3, 2, 1
Untere Rundung	4, 3, 2, 1
Summe der möglichen Punkte	22

10. Im letzten Versuch dieser Reihe zur Prüfung der Teilleistungen und Fähigkeiten beim Drahtbiegen benützen wir zur Feststellung der Beobachtungsgabe für Einzelteile sowie für Gesamtform die Rastersortierprobe nach Friede, die darin besteht, vorgezeichnete Muster, die sich nur in ganz kleinen Merkmalen unterscheiden, zu ordnen[1]). Der Versuch erwies sich, so

[1]) P. Friede, Arbeitsschnelligkeit, Arbeitsmenge und Arbeitsgüte im Großbetrieb. Würzburger Dissertation 1934. S. 24 und Vordruck 4.

Tabelle 5

Vpn.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	Draht-biege-probe Abb. 2	Draht-biege-probe Abb. 3	Mittl. Lei-stung (I—II)	Draht-biege-probe Abb. 4	Draht-biege-probe Abb. 5	Mittl. Lei-stung (III—IV)	Augenmaß		
							Winkel-zeich-nen	Streck.-zeich-nen	Mittl. Lei-stung
Me.	1,5	1,5	1	2	1	1	1	4	1,5
Pfi.	1,5	3	2	4,5	2	2	14,5	11	14
Pr.	5	1,5	3	1	12,5	8	6	2,5	3,5
Ge. I.	5	4,5	4	10	3	7	8,5	14	11
St. F.	3	7	5	6	5	3	10	5	8
Sch.	8	4,5	6	13,5	10,5	11,5	13	16,5	15
Ge. E.	7	11	7,5	3	8,5	4,5	3	10	5
St. A.	5	13	7,5	16,5	12,5	16	4	1	1,5
Ge. H.	11,5	8	9,5	11	8,5	10	6	9	8
Ze.	13,5	6	9,5	8,5	4	6	2	6,5	3,5
Wei.	9	11	11	13,5	15	15	16	16,5	17
We. E	11,5	9	12	7	17	11,5	8,5	6,5	8
We. A.	10	14	13	4,5	7	4,5	6	8	6
St. K.	16,5	11	14	16,5	10,5	14	14,5	2,5	10
Zie. E	13,5	15,5	15	8,5	6	9	12	12	12,5
Zie. O.	15	15,5	16	12	14	13	11	13	12,5
Lö.	16,5	17	17	15	16	17	17	15	16

wie er dort beschrieben ist, für unsere Zwecke zu schwierig. Wir vereinfachten ihn, indem wir von vier verschiedenen Mustern nur je fünf Blättchen sortieren ließen. Die Instruktion lautete:

„Nimm die vor dir liegenden Kärtchen mit verschiedenen Figuren auf. Besieh dir die darauf befindlichen Muster genau und wirf die Kärtchen in die dazu gehörigen Schlitze."

Jedes falsch eingeworfene Kärtchen ist ein Fehler.

Für die Berechnung und Auswertung unserer Ergebnisse erwies es sich zunächst als notwendig, die Rangreihen in der Drahtbiegeprobe Abbildungen 2 und 3 zu einer mittleren Rangreihe zusammenzufassen sowie auch die Rangreihen der Drahtbiegeproben (Abbildungen 4 und 5) und schließlich auch die Rangreihen im Winkel- und Streckennachzeichnen. Die gewonnenen mittleren Rangreihen sind in Tabelle 5 wiedergegeben.

Tabelle 6 bringt nun alle Rangreihen unserer Versuchsreihe, wobei die im obigen besprochene Zusammenfassung von Rangreihen bereits berücksichtigt wurde.

Tabelle 6

Versuchspersonen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
	Hauptversuch Mittlere Leistung (Abb. 2 und 3)	Mittlere Leistung (Abb. 4 u. 5)	Zusamm.-arbeit d. Hände (Drahtstück. biegen)	Strecken und Winkel ordnen	Zusamm.-arbeit d. Hände (Papierstreifen falten)	Kraft d. Hände	Gedächtnis für ausgeübten Druck	Mittlere Leistung Winkel-u. Streckenzeichnen	Acht aus Gedächtnis formen	Beobachtungsgabe Rastersortierprobe	Mittlere Leistung aus allen Teilleistungen	Mittlere Leistung aus II, III, VII, VIII, IX, X.	Mittlere Leistung aus III, VII, VIII und X.
Me.	1	1	3	1	6,5	3	12	1,5	6	5,5	1	1	1
Pfi.	2	2	5,5	3,5	6,5	16	7	14	1	2	4	3	4
Pr.	3	8	14,5	10,5	11,5	7	2	3,5	3,5	15	6	6,5	7,5
Ge. I	4	7	8	10,5	9	13	5,5	11	2	10,5	8	5	7,5
St. F.	5	3	3	16	14,5	8	4	8	3,5	8	5	2	2
Sch.	6	11,5	1	15	4,5	17	9,5	15	11,5	10,5	13	12	10,5
Ge. E.	7,5	4,5	17	3,5	1	1	14	5	5	1	2	6,5	12,5
St. A.	7,5	16	8	17,5	14,5	6	16	1,5	8,5	10,5	14	13	10,5
Ge. H.	9,5	10	14,5	5	2,5	12	12	8	8,5	3,5	7	11	14
Ze.	9,5	6	16	6,5	13	14,5	2	3,5	13	13	10	9	6
Wei.	11	15	12,5	13,5	9	5	17	17	16	14	17	17	17
We. E.	12	11,5	12,5	8	17	9,5	8	8	10	5,5	11	10	5
We. A.	13	4,5	11	2	9	2	2	6	11,5	7	3	4	3
St. K.	14	14	8	10,5	11,5	4	12	10	14	10,5	12	15	15
Zie. E.	15	9	10	13,5	4,5	11	9,5	12,5	7	3,5	9	8	9
Zie. O.	16	13	3	10,5	16	14,5	5,5	12,5	15	16	15,5	14	12,5
Lö.	17	17	5,5	6,5	2,5	9,5	15	16	17	17	15,5	16	16

Tabelle 7

Korrelationen zwischen	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
	Drahtbiegeprobe (Abb. 4 und 5)	Zusammenarbeit der Hände (Drahtstücke biegen)	Augenmaß Strecken und Winkel ordnen	Zusammenarbeit der Hände Papier falten	Kraft der Hände	Gedächtnis für ausgeübten Druck	Augenmaß Strecken und Winkel zeichnen	Acht aus Gedächtnis formen	Beobachtungsgabe (Rastersortierprobe)	Mittlere Leistung aus II, III, VII, VIII, IX und X
Hauptversuch (Abb. 2 u. 3)	$\rho =$ + 0,64	$\rho =$ + 0,12	$\rho =$ + 0,10	$\rho =$ + 0,06	$\rho =$ − 0,03	$\rho =$ + 0,19	$\rho =$ + 0,39	$\rho =$ + 0,78	$\rho =$ + 0,31	$\rho =$ + 0,67

Aus dieser Tabelle 6 errechneten wir einerseits die Korrelationskoeffizienten zwischen der Rangreihe des Hauptversuches und den Rangreihen der Teilleistungsversuche, anderseits zwischen der Rangreihe des Hauptversuches und der mittleren Rangreihe aus allen Teilleistungen. Die Ergebnisse der Berechnung dieser Korrelationskoeffizienten geben wir in Tabelle 7 wieder.

Im folgenden Abschnitt sollen nun die einzelnen Korrelationen der Tabelle 7 näher besprochen werden. Die Ergebnisse, die wir daraus ableiten, sind folgende:

1. Wenn wir zwischen der Leistung des Hauptversuches und der mittleren Leistung für die Drahtbiegeproben Muster 4 und 5 eine gute Korrelation erhalten ($\rho = + 0{,}64$), so liegt der Schluß nahe, daß die Verwendung von Werkzeug in unserem Versuch keine wesentlichen Schwierigkeiten bereitet. Damit soll jedoch nicht allgemein gesagt sein, daß durch die Verwendung von Werkzeug bei anderen Versuchsanordnungen mit schwierigeren Aufgaben und mit erwachsenen, handwerklich geschulten Versuchspersonen die Leistung nicht beeinflußt werden kann. Auf die Bedeutung des Augenmaßes, das im Winkel- und Streckenschätzen besteht, kommen wir in anderem Zusammenhange zurück.

2. Die Korrelation zwischen dem Hauptversuch und dem Versuch 3 (Zusammenarbeit der Hände beim Drahtstückebiegen) ist gering ($\rho = + 0{,}12$). Der Parallelversuch, der die gleiche manuelle Betätigung verlangte, aber an anderem Material, nämlich mittels eines Papierstreifens durchgeführt wurde, lieferte eine noch geringere Korrelation. In der folgenden Übersicht bringen

wir eine Reihe von Korrelationskoeffizienten, die aus den Ergebnissen dieser beiden Prüfungen an fünf anderen Versuchspersonengruppen gewonnen wurden.

Korrelation zwischen	Zusammenarbeit der Hände	
	Drahtstücke biegen	Papierstreifen falten
Hauptversuch Drahtbiegeprobe (Abb. 2 und 3)	$\rho = -0{,}27$	$\rho = -0{,}04$
	$\rho = -0{,}12$	$\rho = -0{,}26$
	$\rho = -0{,}47$	$\rho = -0{,}12$
	$\rho = -0{,}06$	$\rho = -0{,}23$
	$\rho = -0{,}12$	$\rho = -0{,}06$

Bei dieser Gegenüberstellung der beiden Korrelationskoeffizienten in den fünf Gruppen sehen wir, daß der Versuch, in dem die Zusammenarbeit der Hände am Papierstreifen geprüft wird, in schlechterer Beziehung zum Hauptversuch steht als die entsprechende Prüfung mit Drahtstücken. In dieser Tatsache tritt uns eine Erscheinung entgegen, die hier kurz gestreift werden soll. Der Einfluß des Materials, von dem G i e s e spricht, wenn er den Begriff „Materialgefühl" einführt[1]) und den M o e d e im Begriff „Stoffgebundenheit" zum Ausdruck bringt[2]), scheint weit mehr Beachtung zu verdienen, als es bisher der Fall war.

3. In den Korrelationen zwischen dem Hauptversuch und dem Versuch 4, bei dem Winkel- und Streckenserien zu ordnen sind, einerseits und zwischen dem Hauptversuch und der Fähigkeit Winkel und Strecken richtig nachzuzeichnen anderseits, treten uns zwei Korrelationskoeffizienten von verschiedener Höhe ($\rho = +0{,}10$; $\rho = +0{,}39$) entgegen, obwohl beiden Versuchen die Forderung gemeinsam ist, Winkel und Strecken richtig zu schätzen. Der Fähigkeit, Winkel und Strecken richtig nachzuzeichnen, ist demnach größere Bedeutung zuzusprechen. Da es sich aber bei dem Nachzeichnen um eine Betätigung gegenüber einem zu gestaltenden Material handelt, so ist anzunehmen, daß die bessere Korrelation in diesem Fall noch auf einen anderen Faktor zurückzuführen ist; wir nehmen an, daß gerade die manuelle Betätigung, die durch das Zeichnen gefordert wird, einer dieser Faktoren ist.

[1]) F. Giese, Handbuch psychotechnischer Eignungsprüfungen. Halle 1925. S. 278.

[2]) W. Moede, Lehrbuch der Psychotechnik. Berlin 1930. S. 198. — Vgl. auch W. Knoop, Material und Übungseinflüsse beim Drahtbiegen. Industrielle Psychotechnik, 6. Jahrgang. 1929. S. 57 ff. sowie M. Schorn, a. a. O. S. 351 f.

4. Die sehr gute Korrelation ($\rho = + 0{,}78$) zwischen dem Hauptversuch und dem Versuch eine „Acht" zu formen, legt uns die Annahme nahe, daß es mehr oder weniger gleichgültig ist, ob wir eine einfache, den Versuchspersonen unbekannte Vorlage verwenden, oder ob wir eine bekannte, den Versuchspersonen jederzeit gegenwärtige Figur gestalten lassen. Der Einfluß, den kompliziertere und wesensfremde Vorlagen auf die Gesamtleistung ausüben können, bleibt davon unberührt.

5. Der Kraft der Hand ist keine Bedeutung beizumessen. Die Korrelation steht mit der Gesamtleistung in keinem positiven Zusammenhang ($\rho = - 0{,}03$).

6. Eine größere Rolle spielt die Beobachtungsgabe für Einzelteile und Gesamtform (Rastersortierprobe). Die Korrelation ist $\rho = + 0{,}31$. Bei schwierigeren und komplizierteren Proben wird der Beobachtungsgabe noch größere Bedeutung zukommen.

7. Schließlich errechneten wir noch die Korrelation zwischen dem Hauptversuch und der mittleren Leistung aus den Teilleistungsversuchen, die sich als die Gesamtleistung beeinflussend erwiesen. Diese Korrelation ($\rho = + 0{,}67$) besagt, daß auch beim Drahtbiegen nur das ziel- und zweckgerichtete Zusammenwirken aller Einzelkomponenten die gute Leistung gewährleistet.

Es könnte nun der Einwand gemacht werden, daß in dieser mittleren Leistung Fähigkeiten und Leistungen mitenthalten sind, die nichts anderes sind als der Hauptversuch selbst (Drahtbiegeproben der Abbildungen 4 und 5, sowie der Versuch 9, eine „Acht" zu formen). Um dem vorzubeugen, bildeten wir in Tabelle 6 die mittlere Leistung aus den Teilleistungen, die positiv die Leistung des Hauptversuches beeinflussen, ohne bei dieser Berechnung die beiden genannten Versuche mit einzubeziehen. Die Korrelation, die wir dann erhalten, ist $\rho = + 0{,}55$. Ein bedeutender Unterschied von der früheren Berechnung ($\rho = + 0{,}67$) konnte also nicht festgestellt werden.

Rangierung der Teilleistungen nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamtleistung

Wenn wir die Teilleistungen und Fähigkeiten bei den Drahtbiegeproben nach ihrer Wichtigkeit für den Hauptversuch, die sich aus der Höhe der Koeffizienten ergibt, rangieren, so haben wir diese Reihenfolge:

1. das Augenmaß, das im Schätzen gegebener Winkel und Strecken besteht,
2. die Beobachtungsgabe für Einzelteile und Gesamtform,
3. Feingelenkgefühl und Gedächtnis für ausgeübten Druck mittels der Hände,
4. die zweckmäßige Zusammenarbeit der Hände.

Der Einfluß, den das Material auf die Gesamtleistung auszuüben imstande ist, konnte durch Beobachtung festgestellt werden und darf nicht unterschätzt werden.

Wenn wir am Schlusse dieses Kapitels, in dem wir Proben zur Prüfung der Handfertigkeit zu erfassen suchten, die Ergebnisse unserer bisherigen Untersuchungen kurz zusammenfassen, müssen wir hervorheben, daß auch hier die gute Handgeschicklichkeitsleistung des Drahtbiegens nur durch das Zusammenwirken aller Teilleistungen und Fähigkeiten zustande kommt. Der Einfluß der Teilleistungen auf die Gesamtleistung ist verschieden hoch. Auffallend ist, daß bei der Rangierung der Teilkomponenten nach ihrer Wichtigkeit auch hier Fähigkeiten und Leistungen an erster Stelle stehen, die als psychische Elementarfunktionen ihrem Wesen nach nichts mit Handgeschicklichkeit zu tun haben, daß dagegen die rein manuellen Leistungen erst an zweiter Stelle auftreten.

IV. KAPITEL

Das Hantieren mit schwierig zu behandelndem Material

Zur Prüfung der dritten Art von Handgeschicklichkeit, die wir eingangs als Handgeschicklichkeit im Sinne geduldigen und vorsichtigen Operierens bei manuellen Leistungen an schwieriger zu behandelndem Material bezeichneten, benützt das Würzburger Psychologische Institut mit gutem Erfolg einen Erbseneinfüllversuch[1]).

Der Erbseneinfüllversuch

Auf einem Reagenzglasgestell befinden sich sechs Glasröhrchen. Aus einem halb mit ausgetrockneten Erbsen gefüllten Becherglas sollen von den Prüflingen in jedes Röhrchen drei Erbsen geschüttet werden, ohne dabei ein Röhrchen zu berühren und ohne sich mit dem Arm auf den Tisch aufzustützen. Die zuviel eingeschütteten Erbsen (z-Erbsen) und die daneben geschütteten Erbsen (d-Erbsen) werden addiert und die Leistung ist natürlich um so besser, je kleiner die Summe der z- und d-Erbsen ist.

Analyse des Versuches

Bei der Analyse dieser Handgeschicklichkeitsleistung fällt zunächst wieder die komplexe Struktur auf. Das Übersehen mehrerer Vorgänge zu gleicher Zeit, das durch gute distributive Aufmerksamkeit gefördert wird, ist offensichtlich von Vorteil. Die leicht beweglichen und rollenden Erbsen stellen an die Reaktionsgeschwindigkeit, Entschlußkraft und Schlagfertigkeit erhöhte Anforderungen. Bei Fehlleistungen ist bei diesem Versuch immer mangelnde praktische Intelligenz festzustellen, indem z. B. nicht erfaßt wird, daß durch Beklopfen des Glases mit dem Finger jede Erbse in zweckmäßiger Weise an den Ausguß des Glases befördert wird. Die Fähigkeit, immer nur mit einer bestimmten Anzahl von Gegenständen zu hantieren, sowie Abstufung der Bewegungen dem Zwecke entsprechend, sind weitere Einzelkomponenten, die die Gesamtleistung beeinflussen. Ruhe und Sicherheit der Hand, sowie eine gewisse Zielsicherheit in Verbindung mit Auge und Hand spielen eine fördernde Rolle. Neben diesen Fähigkeiten und Leistungen teils manueller, teils mehr intellektueller Natur treten beim Erbseneinfüllversuch die charakterologischen Momente Geduld und Vorsicht in hohem Maße in Erscheinung.

[1]) K. Marbe, Die Eignung für die Chirurgie, Orthopädie und Zahnheilkunde. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 208. 1928. S. 307 f.

Beim Festlegen der Versuchsreihe zur Prüfung der Teilkomponenten ergaben sich erhebliche Schwierigkeiten. Alle Versuche, die hinsichtlich der Festlegung einer Geduldsprüfung angestellt wurden, verliefen ergebnislos, so daß wir von einer vorgesehenen isolierten Prüfung der Geduld absehen mußten. Auch eine isolierte Prüfung der Vorsicht ließ sich nicht zufriedenstellend durchführen. Der Grund hierfür ist wiederum darin zu suchen, wie auch schon einleitend besonders hervorgehoben wurde, daß die Prüfung der Teilleistungen und Fähigkeiten stets im Rahmen des jeweiligen Hauptversuches durchgeführt werden muß. Da eine Prüfung charakterologischer Eigenschaften, wie Geduld und Vorsicht, begreiflicherweise aber nur an anderem Material als dem unseres Hauptversuches möglich ist, ist es verständlich, daß wir von einer isolierten Prüfung der Faktoren Geduld und Vorsicht absehen mußten. In einem unserer Versuche jedoch (vgl. Versuch 2) wurden diese charakterologischen Faktoren mitgeprüft. Für die übrigen Teilleistungen und Fähigkeiten konnten wir folgende Versuchsanordnungen treffen:

1. Der Vorgang des Erbseneinfüllversuches, unseres Hauptversuches dieser Versuchsreihe, ist auf Seite 32 beschrieben. Die Instruktion, die wir dazu geben, heißt:

„Du sollst aus diesem halb mit Erbsen gefüllten Glase je drei Erbsen in jedes Röhrchen schütten. Es darf keine Erbse zuviel hinein und keine darf daneben geschüttet werden. Du sollst nur mit einer Hand arbeiten und darfst mit dem Glas die Röhrchen nicht berühren. Die Zeit spielt bei diesem Versuch keine Rolle."

2. Zur Prüfung der Fähigkeit, Bewegungen dem Zwecke entsprechend durch Abbremsen der Bewegungen im entscheidenden Augenblick abzustufen, verwendeten wir analog dem Erbseneinfüllversuch einen „Wassereinfüllversuch". Bei diesem Versuch werden auch in besonderem Maße die charakterologischen Momente Geduld und Vorsicht mitgeprüft. Die Versuchsanordnung gestaltet sich derart, daß wir statt Erbsen von unseren Prüflingen Wasser in die sechs Röhrchen bis zu verschieden markierten Stellen gießen lassen. Eine am Glas angebrachte Maßeinteilung ermöglicht sofort die Abweichungen, wonach wir die Leistung bei diesem Versuch messen, abzulesen. Um die Ruhe und Sicherheit der Hand sowie die Zielsicherheit (Auge—Hand) auszuschalten, gestatteten wir jetzt das Auflegen des Glases auf die Röhrchen. Die Instruktion lautete:

„Du sollst aus dem mit Wasser gefüllten Glase in diese sechs Röhrchen Wasser gießen. Du sollst aber nur soviel Wasser eingießen, daß die rote Marke vom Wasser erreicht wird. Du darfst dabei nur mit einer Hand arbeiten, darfst aber jetzt die Mündung des Glases auf die Röhrchen auflegen. Die Zeit spielt auch hier wieder keine Rolle."

3. Die Prüfung der Ruhe und Sicherheit der Hand führten wir mittels des Tremometers durch[1]).

4. Die Versuchsanordnung zur Prüfung der praktischen Intelligenz entnahmen wir einer Versuchsreihe zur psychotechnischen Eignungsprüfung des industriellen Lehrlings nach Moede[2]).

Den Prüflingen wird ein Holzklötzchen vorgelegt, in das eine starke Holzschraube eingedreht ist. Ferner werden ein biegsamer Draht sowie zwei weitere kleine Holzschrauben beigegeben. Die Aufgabe besteht nun darin, anzugeben, auf welche Art und Weise die Schraube unter Zuhilfenahme des beigegebenen Materials so befestigt werden kann, daß sie sich nicht mehr ohne weiteres lockern läßt. Die Instruktion lautete:

„Du sollst mit dem hier vorliegenden Material die Schraube so befestigen, daß sie nicht gelockert werden kann. Sage mir, wie man das machen kann."

Die Leistung ist um so besser, je kürzer die Zeit ist, die bis zur richtigen Antwort gemessen wird.

5. Die Fähigkeit schnell zu reagieren sowie Schlagfertigkeit und Entschlußkraft prüfen wir an einem „Kugelablaufapparat". Der Apparat besteht aus einer Hauptlaufrinne und zwei Abzweigrinnen, die durch geeignete Vorrichtungen mit den Händen geöffnet bzw. geschlossen werden können. In der Hauptlaufrinne erscheinen Kugeln von verschiedener Farbe, die den Versuchspersonen vorher verborgen sind. Je nach der Instruktion haben die Prüflinge die Aufgabe, die „Weichen" so zu stellen, daß die erscheinenden farbigen Kugeln in die vorgesehenen Abzweigrinnen geleitet werden. Eine verdeckt angebrachte Vorrichtung vor der ersten Abzweigung ermöglicht dem Versuchsleiter unerwartet eine Kugel verschwinden zu lassen, so daß der Prüfling der nächstfolgenden Farbe entsprechend eine andere Weichenstellung vornehmen muß, d. h. eine andere Reaktion ausführen muß. Die Farben der Kugeln sind rot, weiß und blau. Von jeder Farbe durchlaufen bei jedem Versuch 15 Kugeln die Bahnen. Der Prüfling wird durch Vorversuche mit der Apparatur gut vertraut gemacht. Die fehlgeleiteten Kugeln sind das Maß der Leistung. Die Instruktion, die wir gaben, lautete:

„Auf dieser Bahn erscheinen in gewissen Abständen rote, weiße und blaue Kugeln. Du sollst jede Kugel in eine andere Bahn leiten. Die rote Kugel leitest du mit Hilfe dieses Türchens links ab, weiß läßt du geradeaus laufen und blau leitest du rechts ab. Wenn unerwartet eine Kugel verschwindet, läßt du dich nicht irre machen, sondern machst deine Aufgabe ruhig weiter."

---

[1]) Vgl. S. 10f.

[2]) W. Moede, Die psychotechnische Eignungsprüfung des industriellen Lehrlings. Praktische Psychologie. Bd. 1. 1919/20. S. 74. — Vgl. auch H. Bogen u. O. Lipman, Naive Physik. Leipzig 1923. S. 141

Alle Versuche dieser Reihe zur Prüfung der Teilleistungen und Fähigkeiten beim Erbseneinfüllversuch führten wir an 17 Knaben einer unterfränkischen Landvolksschule durch. Das Alter war durchschnittlich 11 bis 12 Jahre.

Tabelle 8

Vpn.	I	II	III	IV	V	VI
	Hauptversuch Erbseneinfüllversuch	Abbremsen der Bewegung (Versuch 2)	Ruhe und Sicherheit der Hand	Prakt. Intelligenz (Versuch 4)	Schlagfertigkeit (Versuch 5)	Mittlere Leistung aus II-V
Me. Pr.	1,5	1	2,5	7	5	2
Pr.	1,5	2,5	4,5	1	1	1
Sch.	3	6	4,5	3,5	12	3
Lö.	4,5	4	12	9	3	4
St. Fr.	4,5	14	11	2	12	11
Zie. E.	7,5	6	8	14	9,5	10
Zie. A.	7,5	15	16,5	5,5	5	13
Ge. E.	7,5	2,5	16,5	5,5	9,5	8
Mi.	7,5	9,5	10	11	2	7
Ge. H.	10,5	6	7	16	7,5	9
Wei.	10,5	16,5	13	17	14	17
Pfi.	12,5	9,5	1	8	12	6
We. A.	12,5	9,5	2,5	13	5	5
Zie. O.	14	9,5	9	12	16	14
St. A.	15	16,5	14	3,5	15	15
Ge. I.	16	12,5	6	15	7,5	12
Ze.	17	12,5	15	10	17	16

Tabelle 9

Korrelationen zwischen	II	III	IV	V	VI
	Abbremsen der Bewegung	Ruhe und Sicherheit der Hand	Prakt. Intelligenz	Schlagfertigkeit	Mittlere Leistung aus II—V
Hauptversuch, Erbseneinfüllversuch	$\rho =$ + 0,61	$\rho =$ + 0,19	$\rho =$ + 0,51	$\rho =$ + 0,57	$\rho =$ + 0,71

In Tabelle 8 geben wir die aus unseren Versuchen gewonnenen Leistungen in Rangreihen wieder. Die letzte Kolumne (VI) dieser Tabelle stellt die mittlere Leistung aus allen Teilleistungen dar.

Die Ergebnisse, die sich aus dieser Tabelle ableiten lassen und die wir mittels der Spearmanschen Formel errechneten, geben wir in Tabelle 9 wieder.

Auch bei der Handgeschicklichkeit des Erbseneinfüllversuches, mit dessen Hilfe wir die dritte Art von Handgeschicklichkeit zu erfassen suchten, konnten wir unabhängig von unseren früheren Untersuchungen zu gleichen, analog verlaufenden Ergebnissen gelangen. Betrachten wir die jetzigen Ergebnisse im einzelnen, so können wir folgendes feststellen:

1. Die guten Korrelationen zwischen dem Hauptversuch und der Fähigkeit, Bewegungen im entscheidenden Augenblick abzubremsen ($\rho = + 0.61$) einerseits, zwischen dem Hauptversuch und der Schlagfertigkeit ($\rho = + 0{,}57$) anderseits, sowie zwischen dem Hauptversuch und der praktischen Intelligenz ($\rho = + 0{,}51$) sind uns ein Beweis dafür, daß diesen Teilleistungen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Gesamtleistung besondere Stellung einzuräumen ist. Die gute Korrelation ($\rho = + 0{,}61$) zwischen dem Hauptversuch und jenem Versuch, bei dem wir die Fähigkeit, Bewegungen im entscheidenden Augenblick abzubremsen, zu erfassen suchten, bei dem aber auch gleichzeitig, und zwar in ganz besonderem Maße die charakterologischen Faktoren Geduld und Vorsicht mitspielen, legt uns die Annahme nahe, daß diese Eigenschaften neben der Fähigkeit, Bewegungen im entscheidenden Augenblick abzubremsen, für die Gesamtleistung eine große Rolle spielen.

2. Zwischen dem Erbseneinfüllversuch und der Ruhe und Sicherheit der Hand besteht eine geringere Korrelation ($\rho = + 0{,}19$).

3. Die Korrelation zwischen der Rangreihe des Hauptversuches und der mittleren Rangreihe aus allen die Gesamtleistung beeinflussenden Teilkomponenten ist eine gute ($\rho = + 0{,}71$). Wiederum ist die Handgeschicklichkeitsleistung abhängig vom Zusammenspiel aller Einzelkräfte, das sinn- und zweckmäßig auf ein bestimmtes Ziel gerichtet ist.

Rangierung der Teilleistungen nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamtleistung

Wenn wir die einzelnen Teilleistungen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Gesamtleistung rangieren, so erhalten wir die Reihenfolge:

1. Abstufung der Bewegungen dem Zwecke entsprechend durch Abbremsen der Bewegungen im entscheidenden Augenblick sowie Geduld und Vorsicht,

2. Schlagfertigkeit und Entschlußkraft,
3. praktische Intelligenz,
4. Ruhe und Sicherheit der Hand.

Betrachten wir am Schlusse dieses Kapitels zusammenfassend unsere Ergebnisse, so ist auch hier wieder festzustellen: Das zweckmäßige Zusammenwirken aller Teilleistungen und Fähigkeiten ist die Voraussetzung für das Zustandekommen der Handgeschicklichkeitsleistung beim Erbseneinfüllversuch. Aus der verschiedenen Güte der Korrelationskoeffizienten ist ersichtlich, daß der Einfluß, den die Einzelkomponenten auf die Gesamtleistung ausüben, verschieden hoch ist. Bei der Rangierung der Teilleistungen nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamtleistung fällt besonders auf, daß psychische Elementarfunktionen, die dem eigentlichen Handgeschicklichkeitsbereich fernliegen, an erster Stelle auftreten, während die mehr manuellen Funktionen erst in zweiter Linie in Betracht kommen.

Zum Schluß der Analyse dieser dritten Art von Handgeschicklichkeit möchten wir noch eine kleine Aenderung in ihrer Benennung vornehmen. Schorn hat sie als Handgeschicklichkeit im Sinne geduldigen und vorsichtigen Operierens bei manuellen Leistungen an schwieriger zu behandelndem Material bezeichnet[1]). Wenn die erste Art von Handgeschicklichkeit als Handgeschicklichkeit im Sinne der schnellen, geschickten und harmonischen Zusammenarbeit der Hände und Finger und wenn ferner die zweite Art von Handgeschicklichkeit im Sinne von Handfertigkeit charakterisiert wurde, so erscheint es uns entsprechender, den Schwerpunkt bei dieser Art von Handgeschicklichkeit auf das „schwierig zu behandelnde Material" zu legen und diese Art von Handgeschicklichkeit als Handgeschicklichkeit beim Hantieren mit schwierig zu behandelndem Material zu benennen.

[1]) M. Schorn, a. a. O. S. 330.

V. KAPITEL

Theoretische Auswertung der Ergebnisse

Bei der Beurteilung unserer Ergebnisse, die wir aus systematischen Untersuchungen und Beobachtungen von Teilleistungen und Fähigkeiten hinsichtlich ihrer Bedeutung und ihres Einflusses auf Handgeschicklichkeitsleistungen abgeleitet haben, müssen wir hervorheben, daß die Analyse der verschiedensten Leistungen, die Handgeschick erfordern, einen allgemeinen Faktor der Handgeschicklichkeit nicht erkennen läßt. Die theoretische Analyse hat fernerhin gezeigt, und wir konnten dies auch durch Experimente belegen, daß die von uns untersuchten Handgeschicklichkeitsleistungen aus einer gewissen Anzahl eng miteinander verknüpfter Teilleistungen und Fähigkeiten bestehen. Diese Leistungen und Fähigkeiten sind teils rein manuelle Leistungen, aber auch psychische Elementarfunktionen, die dem eigentlichen Handgeschicklichkeitsbereich fernliegen.

Die Untersuchung und experimentelle Prüfung des Einflusses der Einzelkomponenten auf die Gesamtleistung lieferte in jeder Hinsicht ein einheitliches Bild. In Tabelle 10 geben wir der besseren Übersicht halber unsere Ergebnisse, die wir zwischen der jeweiligen Handgeschicklichkeitsleistung und der mittleren Leistung aus allen Teilleistungen und Fähigkeiten errechneten, nochmals wieder. Diese Korrelationskoeffizienten legen uns die Annahme nahe, daß die von uns untersuchten Handgeschicklichkeitsleistungen ihr Entstehen dem ziel- und zweckgerichteten Zusammenwirken aller Einzelkomponenten verdanken. Die gute Handgeschicklichkeitsleistung ist demnach von dem Vorhandensein gewisser Einzelkomponenten abhängig, die rein manuelle Betätigungen darstellen oder aber auch aus anderen Fähigkeiten bestehen, die auch sonst als psychische Elementarfunktionen angesprochen werden. Wir dürfen jedoch nicht annehmen, daß diese Einzelkomponenten ein lockeres Gebilde darstellen. Es ist vielmehr so, daß die

Tabelle 10

Korrelationen zwischen	Mittel aus allen Teilleistungen
Perlenaufreihversuch	$\rho = + 0{,}69$
Schraubenumwicklungsversuch	$\rho = + 0{,}55$
Drahtbiegeproben	$\rho = + 0{,}67$
Erbseneinfüllversuch	$\rho = + 0{,}71$

Handgeschicklichkeitsleistungen bei ihrer Ausführung eine bestimmte Anzahl von Teilleistungen erfordern, wobei die manuelle Betätigung in engster Verbindung mit psychischen Fähigkeiten und Leistungen steht. Immer aber muß es sich um eine Betätigung der Hände an einem in irgendeiner Weise zu bearbeitenden Material handeln.

Kellner[1]) gelangt auf Grund seiner Untersuchungen zu der Ansicht, daß durch die allgemein verwendeten Proben zur Prüfung der Handgeschicklichkeit (Drahtbiegeproben) nicht die Handgeschicklichkeit an sich geprüft wird, sondern er mißt den der Handgeschicklichkeit übergeordneten Fähigkeiten weit mehr Bedeutung bei, als der den Proben noch zugrunde liegenden Handgeschicklichkeit. Dieser Auffassung können wir nicht zustimmen. Wenn auch unsere Analyse gezeigt hat, daß die Handgeschicklichkeitsleistungen aus einer Anzahl manueller Leistungen und psychischer Fähigkeiten zusammengesetzt sind und daß die rein psychischen Fähigkeiten bei der Rangierung der Teilleistungen nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamtleistung an erster Stelle auftreten, so müssen wir doch auch wieder auf Grund unserer Korrelationen die Ansicht vertreten, daß nur durch das ziel- und zweckgerichtete Zusammenspiel aller beteiligten Teilkomponenten die gute Ausführung einer Handgeschicklichkeitsleistung ermöglicht wird. Weiterhin konnten wir aber auch durch Versuche belegen, daß eine Inbeziehungsetzung rein abstrakt geprüfter psychischer Fähigkeiten mit der Gesamtleistung zu keinem befriedigenden Resultat führten.

Im Obigen legten wir dar, daß das Zustandekommen der guten Handgeschicklichkeitsleistung von dem Zusammenwirken aller Teilkomponenten abhängig ist. Der Einfluß, den dabei die verschiedenen Teilleistungen und Fähigkeiten auf die Gesamtleistung auszuüben imstande sind, ist verschieden hoch. In unserer Rangierung der Teilleistungen nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamtleistung konnten wir dies zahlenmäßig belegen. Auffallend ist dabei jedoch die Erscheinung, daß bei allen untersuchten Handgeschicklichkeitsleistungen an erster Stelle die mehr psychischen Fähigkeiten auftreten, während die rein manuellen Leistungen erst an zweiter Stelle rangieren. Da die von uns aufgewiesenen psychischen Funktionen teilweise in engerer Beziehung zu Intelligenzfaktoren stehen (z. B. die Schlagfertigkeit, die Entschlußkraft, die praktische Intelligenz, die Beobachtungsgabe), so bezweifeln wir, daß die von Moede angegebene Korrelation zwischen Handgeschicklichkeit und Intelligenz ($\varrho = + 0{,}24$)[2]) allgemein gilt. Wir vermuten nach unseren Versuchen, daß nur für gewisse Handgeschicklichkeits-

[1]) H. Kellner, Über die Handgeschicklichkeit und den Wert der Handgeschicklichkeitsprüfungen. Psychotechnische Zeitschrift. 2. Jahrgang. 1927. S. 159 ff.

[2]) W. Moede, Ergebnisse der industriellen Psychotechnik. Praktische Psychologie. 2. Jahrgang. 1920 21. S. 303.

leistungen dieser Koeffizient stimmt. Auch abgesehen von unseren Untersuchungen läßt die Beobachtung unserer Prüflinge eine weit größere Beziehung vermuten. Ältere und auch neuere Untersuchungen führen zu ähnlichen Resultaten. So konnte Immig feststellen, daß gute Drahtbiegearbeit von Prüflingen mit guten Schulzeugnissen geliefert wird[1]). Er führt dies auf größere Konzentrationsfähigkeit zurück. Gleichfalls konnte Ruelius an Hilfsschülern beobachten, daß sie bei Handgeschicklichkeitsprüfungen weniger leisten als Normalschüler[2]). Zu den gleichen Resultaten gelangt Poppelreuter, wenn er der Intelligenz eine wichtige Rolle im Handgeschicklichkeitsprozeß zuspricht[3]).

In diesem Zusammenhange ist es notwendig, noch auf ein Spezialgebiet der Psychologie einzugehen. Die Anregung, die Probleme der Handgeschicklichkeit weiter zu verfolgen, ging aus von der Psychologie der menschlichen Persönlichkeit[4]). Gerade die Tatsache, daß bei der Rangierung der Teilleistungen und Einzelfähigkeiten nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamtleistung an erster Stelle Funktionen auftreten, die auch sonst als psychische Elementarfunktionen angesprochen werden, bestätigt die Vermutung, daß die Handgeschicklichkeit tiefer in der menschlichen Persönlichkeit verankert ist, als man allgemein anzunehmen geneigt ist[5]). Somit vermitteln Handgeschicklichkeitsprüfungen nicht nur ein Bild über die Leistungsfähigkeit der Hand, sondern sie lassen auch in gewissen Grenzen Schlüsse auf die Gesamtpersönlichkeit des Prüflings zu.

Am Schlusse dieser Darlegungen wollen wir versuchen, an Hand unserer Ergebnisse eine Definition dessen zu geben, was unter Handgeschicklichkeit zu verstehen ist:

Unter Handgeschicklichkeit verstehen wir die Fähigkeit, gewisse mehr oder weniger schwierige Leistungen durch Betätigung der Hände an einem konkreten Material auszuführen. Die Leistungen zerfallen in eine Anzahl von Teilleistungen, die in enger Beziehung zueinander stehen. Den Teilleistungen als solchen liegen sowohl rein manuelle als auch andere psychische Fähigkeiten zugrunde.

---

[1]) G. Immig, Die Arbeitsprobe. Praktische Psychologie. 2. Jahrgang. 1920/21. S. 344.

[2]) A. Ruelius, Arbeitsversuche an Hilfsschülern. Jenaer Beiträge zur Jugend- und Erziehungspsychologie. 1929. S. 15.

[3]) W. Poppelreuter, Psychologische Begutachtung der Erwerbsbeschränkten. Berlin und Wien. 1928. S. 87 ff. — Vgl. zu dieser Frage P. Puppe, Über die Beziehung einer Arbeitsleistung der Hand und geistigen Arbeitsleistungen. Zeitschrift für angewandte Psychologie. Bd. 25 1926. S. 374 ff. — Sowie M. Schorn, a. a. O. S. 373 ff.

[4]) Vgl. zum Problem der Psychologie der menschlichen Persönlichkeit K. Marbe, Über Persönlichkeit, Einstellung, Suggestion und Hypnose. Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie. Bd. 94. 1924. (Festschrift für R. Sommer). S. 359 ff.

[5]) M. Schorn, a. a. O. S. 364 ff.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen sich dahin zusammenfassen:

1. Die Analyse von Handgeschicklichkeitsleistungen hat gezeigt, daß sie aus einer mehr oder weniger großen Anzahl von Teilleistungen und Fähigkeiten bestehen, die teils manuelle Betätigungen darstellen, teils aber auch Funktionen sind, die als Elementarfunktionen des Psychischen überhaupt angesprochen werden.

2. Die berechneten Korrelationen zwischen dem jeweiligen Hauptversuch und den Versuchen zur Prüfung der erforderlichen Einzelkomponenten lassen erkennen, daß der Einfluß sowie die Bedeutung der Teilleistungen und Fähigkeiten für die Gesamtleistung verschieden hoch sind.

3. In allen untersuchten Fällen konnten wir eine Rangierung der Teilkomponenten nach ihrer Wichtigkeit für die Gesamtleistung vornehmen. Auffallend ist dabei, daß an erster Stelle jene Leistungen auftreten, die dem eigentlichen Handgeschicklichkeitsbereich fernliegen, während erst in zweiter Linie die rein manuellen Leistungen in Erscheinung treten.

4. Das Zustandekommen einer Handgeschicklichkeitsleistung ist von dem ziel- und zweckgerichteten Zusammenwirken aller Einzelkomponenten abhängig. Die Teilleistungen und Fähigkeiten stehen in enger Beziehung zueinander.

5. Das Ergebnis von Schorn, daß die Handgeschicklichkeit tiefer in der menschlichen Persönlichkeit verankert ist, als man allgemein anzunehmen geneigt ist, hat sich in unseren Versuchen deutlich gezeigt; Handgeschicklichkeitsversuche stellen daher nicht nur eine Prüfung der Leistungsfähigkeit der Hand dar, sondern sie lassen auch Schlüsse hinsichtlich der Gesamtpersönlichkeit des Prüflings zu.

Zum Schlusse möchte ich nicht versäumen, Herrn Geheimrat Professor Dr. Marbe für die Stellung des Themas dieser Arbeit wie auch für die gegebenen Anregungen aufrichtigen Dank zu sagen. Auch der Assistentin am Psychologischen Institut, Fräulein Privatdozentin Dr. Maria Schorn, fühle ich mich für die vielfache Hilfe bei der Bearbeitung des Themas zu Dank verpflichtet.

Lebenslauf

Ich wurde als Sohn des Volksschullehrers Karl Weigand und seiner Ehefrau Wilhelmine, geb. Merz, am 20. Februar 1910 zu Neudorf bei Heimbuchenthal (Spessart) geboren und bin katholischer Konfession.

Nach fünfjährigem Besuch der Volksschule trat ich im Herbst 1920 in die Oberrealschule zu Würzburg über, die ich Ostern 1930 nach bestandener Reifeprüfung verließ. Im gleichen Jahre bezog ich die Universität zu Würzburg und nahm dort das Studium der Psychologie auf. Außerdem beschäftigte ich mich mit dem Studium der Nationalökonomie, Physiologie, Physik und Pädagogik. In den Ferien war ich in der Provinzial-Erziehungsanstalt in Euskirchen (Rheinland) als Praktikant tätig.